

ESC / Resource Strategy / WEC Europe



Opening of the WEC-Bureau Europe
at the University of Augsburg

Relocation of the WEC-Bureau Europe
to Pasing / Munich



The Augsburg Materials Declaration - 2002

FIRST MATERIALS FORUM on FUTURE SUSTAINABLE TECHNOLOGIES
Supported by MRS and E-MRS








The Augsburg Materials Declaration

Sustainable and secure production and utilization of goods gain an ever increasing significance for the welfare of the world's population. In this context the materials implemented into production chains, their resources and their life cycles play a crucial role. Based on these realities the participants of the *First Materials Science Forum on Future Sustainable Technologies, the "MATFORUM 2002"* in Augsburg propose the following materials declaration. It summarizes recommendations for the goals for research, development and implementation of novel materials and processes.

For sustainable product realization, materials, their supply and process chains, production, utilization and consumption must address the three pillars of sustainability:

economy, ecology and society

Consequently every single step in materials flows, including exploration, mining, production, distribution, utilization and recycling must not only fulfill the "usual" functional and economic requirements but must also meet the ecological and social demands of sustainability.

In order to achieve sustainable product realization, the materials research community must consider the following factors:

- Integration of environmentally benign design, materials, and manufacturing over all stages of the life-cycle
- Exploration and mining of raw materials respecting socio-economic standards and preserving the eco-sphere
- Optimal exploitation of raw materials and natural resources including synergetic utilization of by-products
- Energy efficient production technologies and product distribution, if possible based on regenerative energy sources
- Minimal harmful effects caused by the emission of secondary products
- Durability, recyclability and closed loops
- Traceable and accountable waste management
- Appropriate information and education of the stakeholders in the materials and products

These issues represent general principles for the implementation of sustainable materials, products and processes.

Augsburg, September 19, 2002

on behalf of the participants:

Bernd Stritzker Armin Reller
Chairing MATFORUM 2002



The Augsburg Materials Declaration

Sustainable and secure production and utilization of goods gain an ever increasing significance for the welfare of the world's population. In this context the materials implemented into production chains, their resources and their life cycles play a crucial role. Based on these realities the participants of the *First Materials Science Forum on Future Sustainable Technologies, the "MATFORUM 2002"* in Augsburg propose the following materials declaration. It summarizes recommendations for the goals for research, development and implementation of novel materials and processes.

For sustainable product realization, materials, their supply and process chains, production, utilization and consumption must address the three pillars of sustainability:

economy, ecology and society

Consequently every single step in materials flows, including exploration, mining, production, distribution, utilization and recycling must not only fulfill the "usual" functional and economic requirements but must also meet the ecological and social demands of sustainability.

In order to achieve sustainable product realization, the materials research community must consider the following factors:

- Integration of environmentally benign design, materials, and manufacturing over all stages of the life-cycle
- Exploration and mining of raw materials respecting socio-economic standards and preserving the eco-sphere
- Optimal exploitation of raw materials and natural resources including synergetic utilization of by-products
- Energy efficient production technologies and product distribution, if possible based on regenerative energy sources
- Minimal harmful effects caused by the emission of secondary products
- Durability, recyclability and closed loops
- Traceable and accountable waste management
- Appropriate information and education of the stakeholders in the materials and products

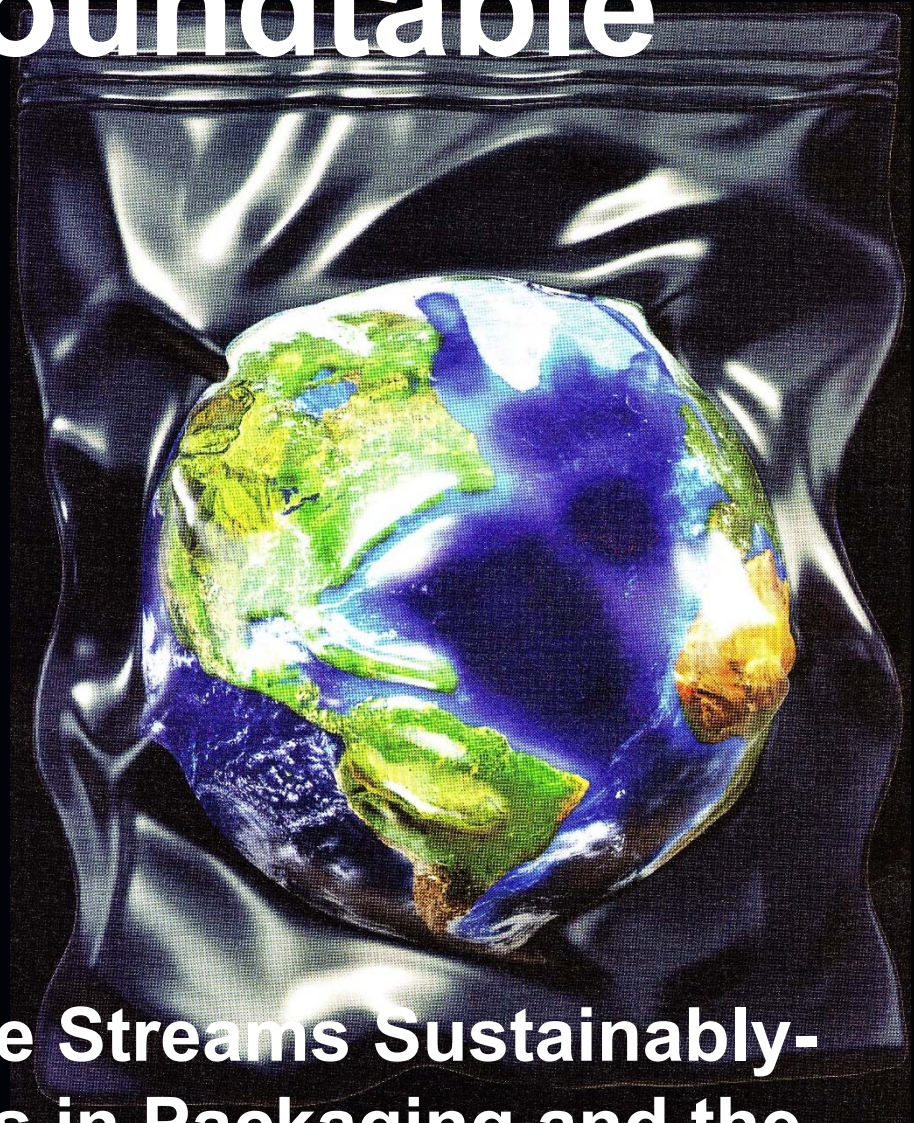
These issues represent general principles for the implementation of sustainable materials, products and processes.

Augsburg, September 19, 2002

on behalf of the participants:

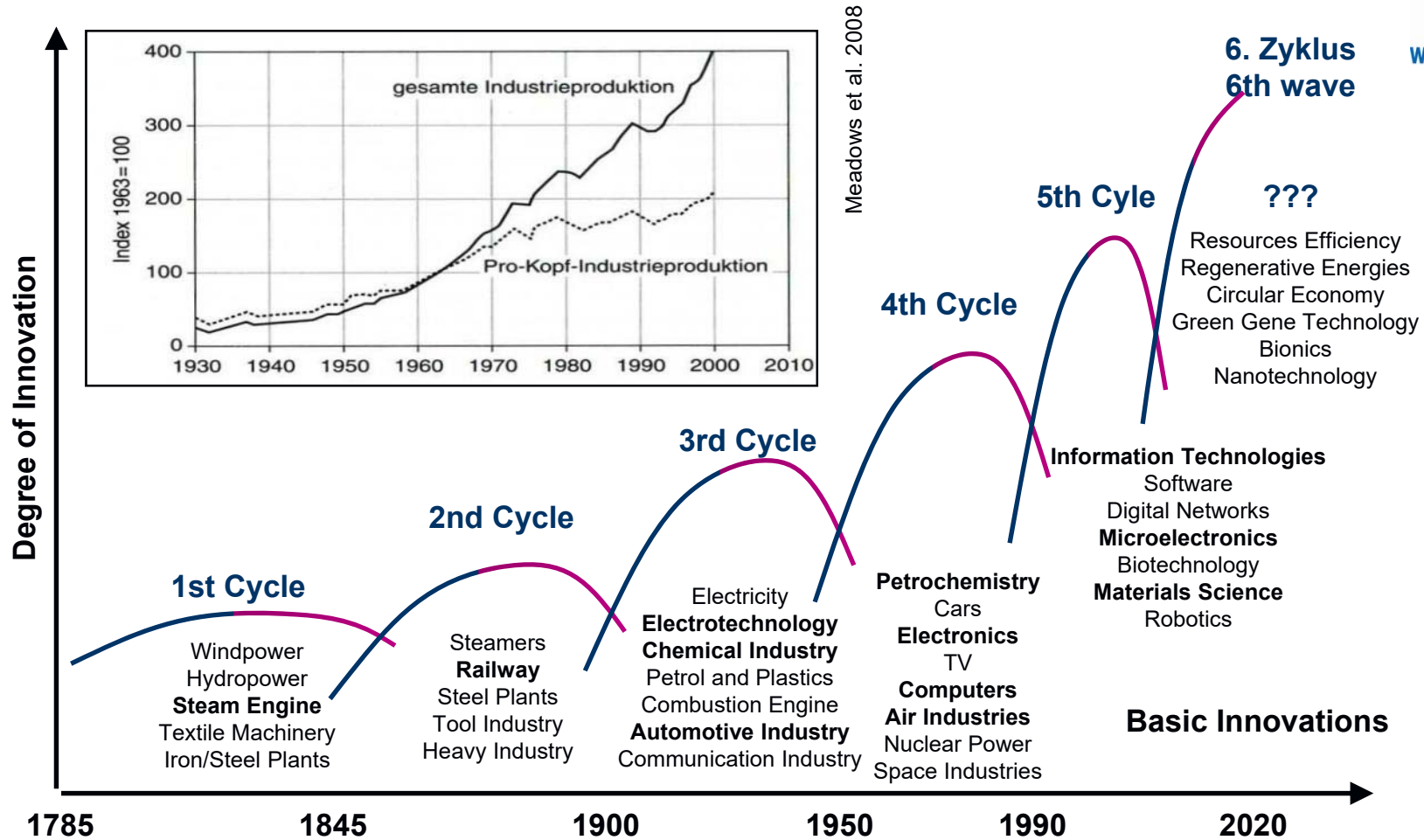
Bernd Stritzker Armin Reller
Chairing MATFORUM 2002

WEC-Roundtable






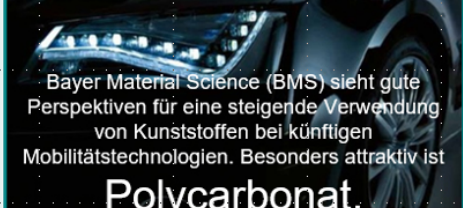
**Managing Resource Streams Sustainably-
Company Practices in Packaging and the
Use of Electronic Components**

Kondratjev Cycles



Meadows et al. 2008

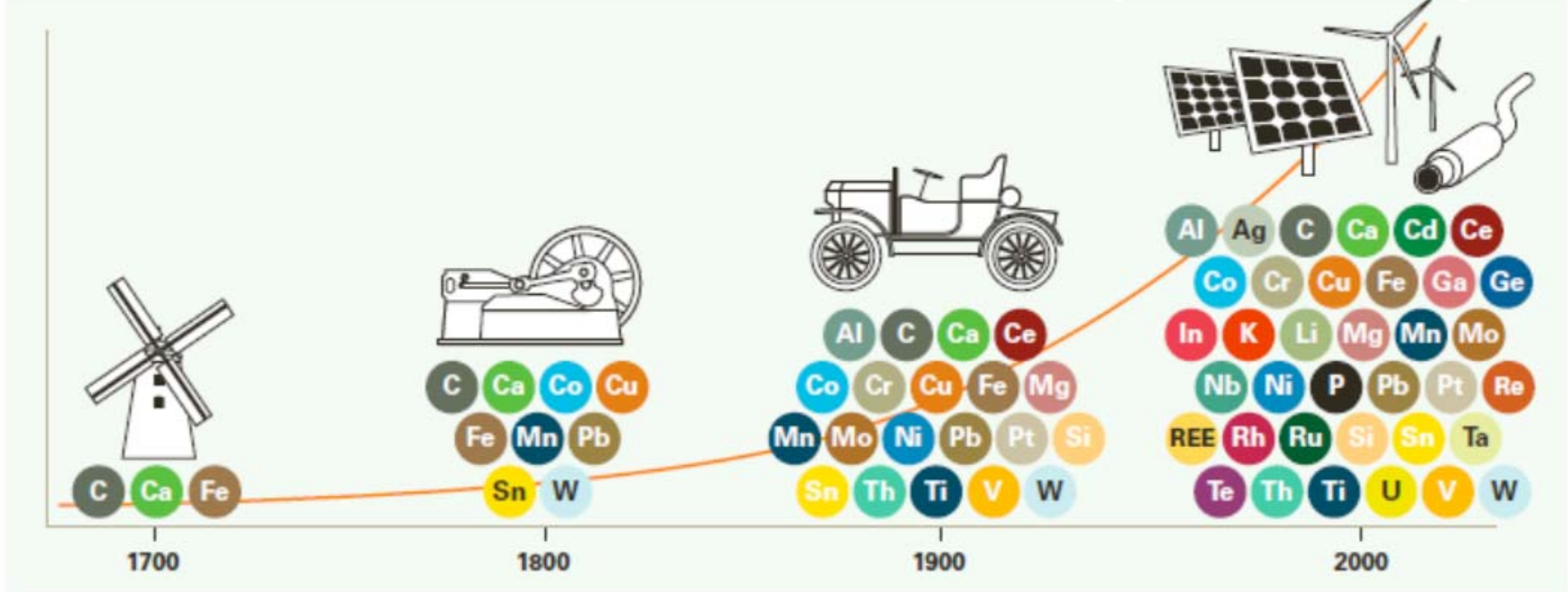
Quelle: Hargroves 2008 & Knox et al. 2008

<p>Metals</p>  <p>Zerlegung von Permanentmagneten</p>		<p>Biogenous Materials</p> 
<p>Bildquelle oben: http://www.siemens.com/innovation/de/home/publications/research-and-management/Die-Rohstoff-Detektive/_jcr_content/par1/image_0.adapt.596.high.jpg/1411240819911.jpg</p> <p>Bildquelle unten: http://www.lfu.bayern.de/geologie/rohstoffe/pic/141225_gr.jpg</p>	<p>Functional Materials</p>	<p>Bildquelle oben: https://www.bosch-si.com/media/bosch_software_innovations/images_2/emobility_3/bosch_4519_cover_mappe_982x350_2_w982.jpg</p> <p>Bildquelle unten: http://www.k-zeitung.de/files/sn/thumbnailldata/lightboxdetail/1/3/8/3/4/5/Auto.jpg</p>
<p>Minerals</p>  <p>Nassabbau von Niederterrassenkies in Bayern</p>		<p>Polymers</p>  <p>Bayer Material Science (BMS) sieht gute Perspektiven für eine steigende Verwendung von Kunststoffen bei künftigen Mobilitätstechnologien. Besonders attraktiv ist Polycarbonat.</p>



LEHRSTUHL FÜR
RESSOURCENMANAGEMENT

Erhöhte Material- und Funktions-Diversität durch technologische Entwicklungen



LEIBNIZ-ZENTRUM FÜR
RESDOLWIRTSCHAFTSLEHRE

Materials critical to the energy industry. An introduction



Materials critical to the energy industry
An introduction

The world's energy systems rely on a wide range of materials with specific properties. A secure energy future depends on sustainable supplies of those materials.

Materials critical to the energy industry. An introduction

A University of Augsburg publication, supported by BP as part of the multi-partner Energy Sustainability Challenge, which explores the implications for the energy industry of competing demands for water, land and minerals.



Materials critical to the energy industry
An introduction



INSTITUT FÜR
ENERGIEHAUSHALTUNG



Lifestyle



INSTITUT FÜR
NEHOLDWISSEN

Lifestyle

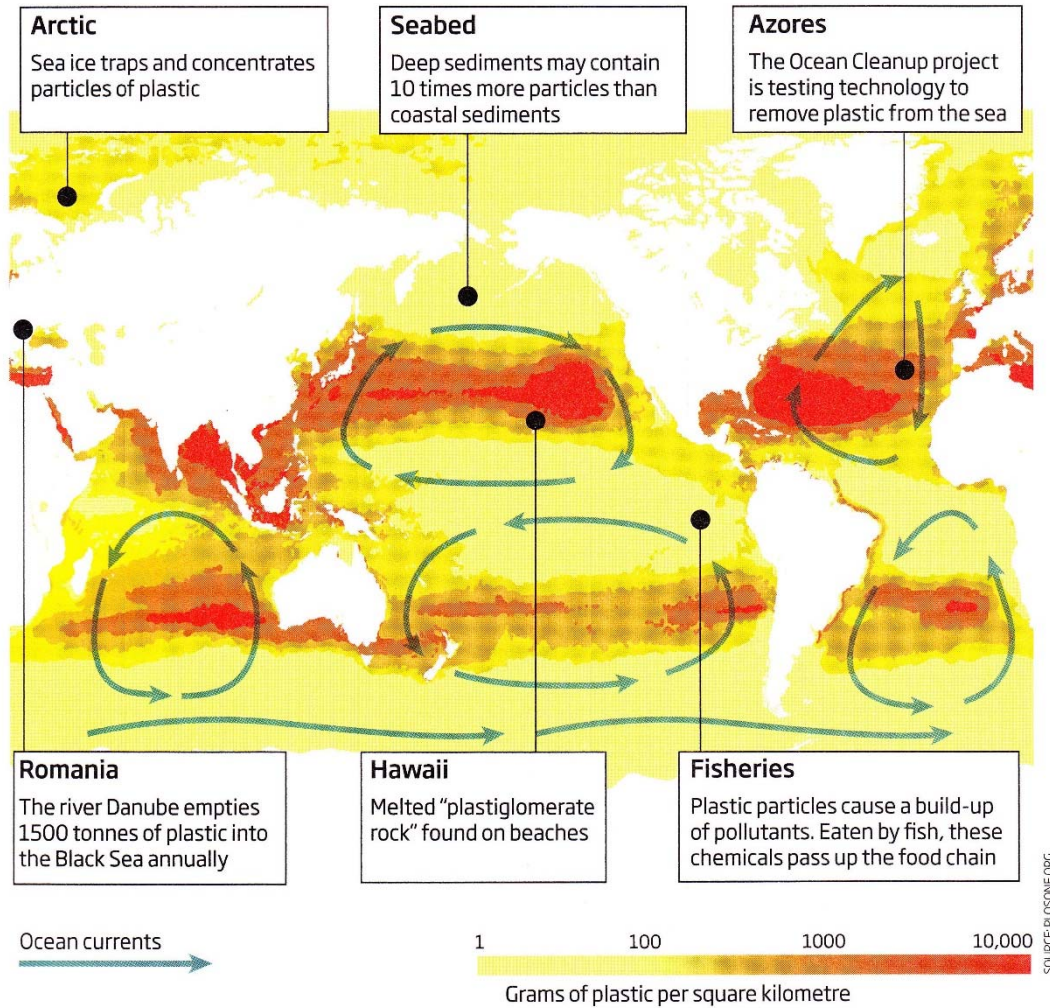


LEIBNIZ INSTITUT FÜR
RESSOURCFORSCHUNG



Global garbage dump

Much of the ocean's plastic waste is found near heavily populated coastlines, but farther out, it is concentrated in five "gyres" in the Atlantic, Pacific and Indian oceans. Where most of it ends up is unclear



Kunststoff im Wasser

Es dauert schätzungsweise 450 Jahre, bis eine PET-Flasche vollständig zerfallen ist

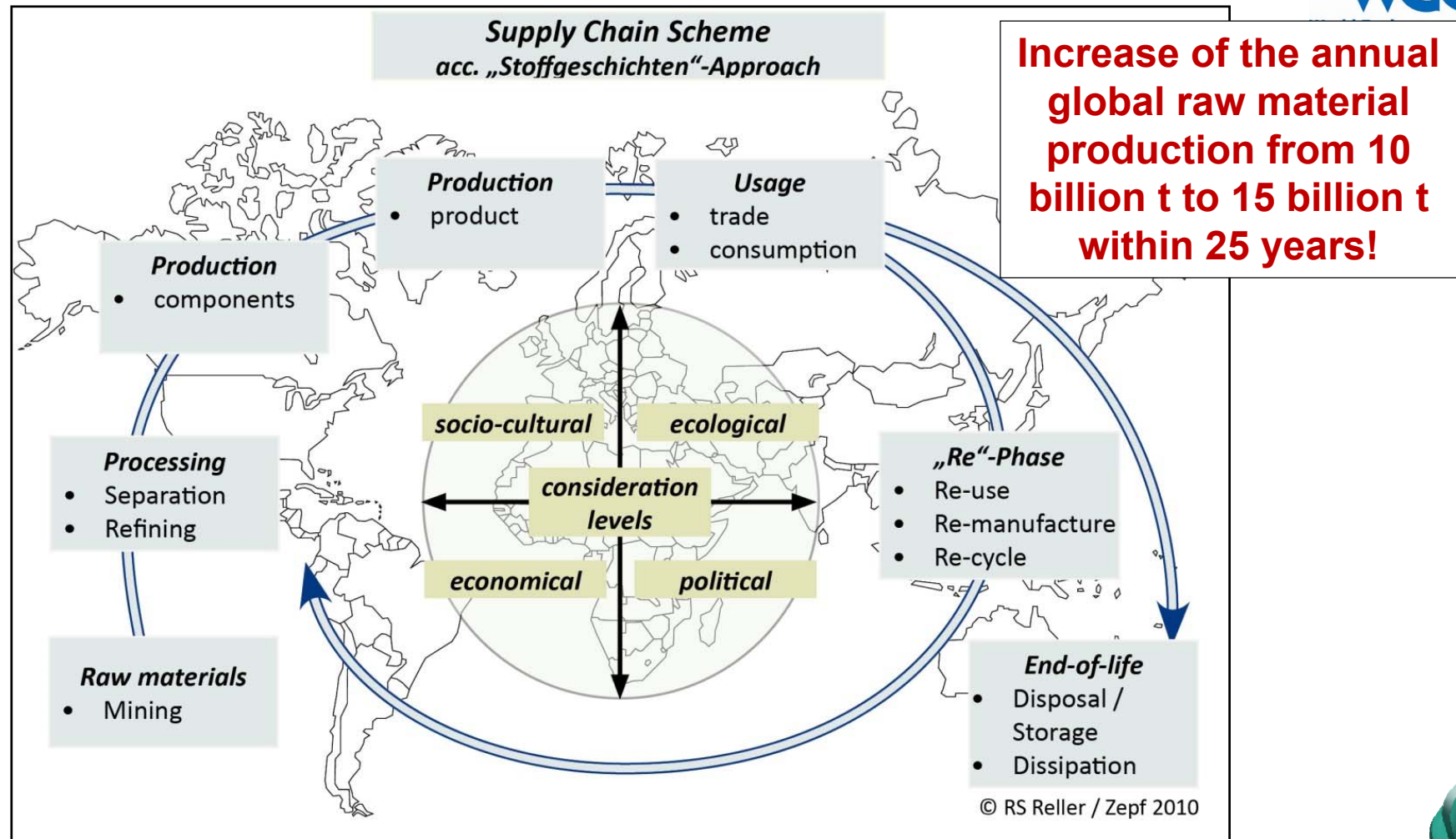
Jeder Deutsche verbraucht im Schnitt 71 Plastiktüten pro Jahr

Etliche Meeresvögel bauen ihre Nester aus alten Fischernetzen – oft eine tödliche Falle

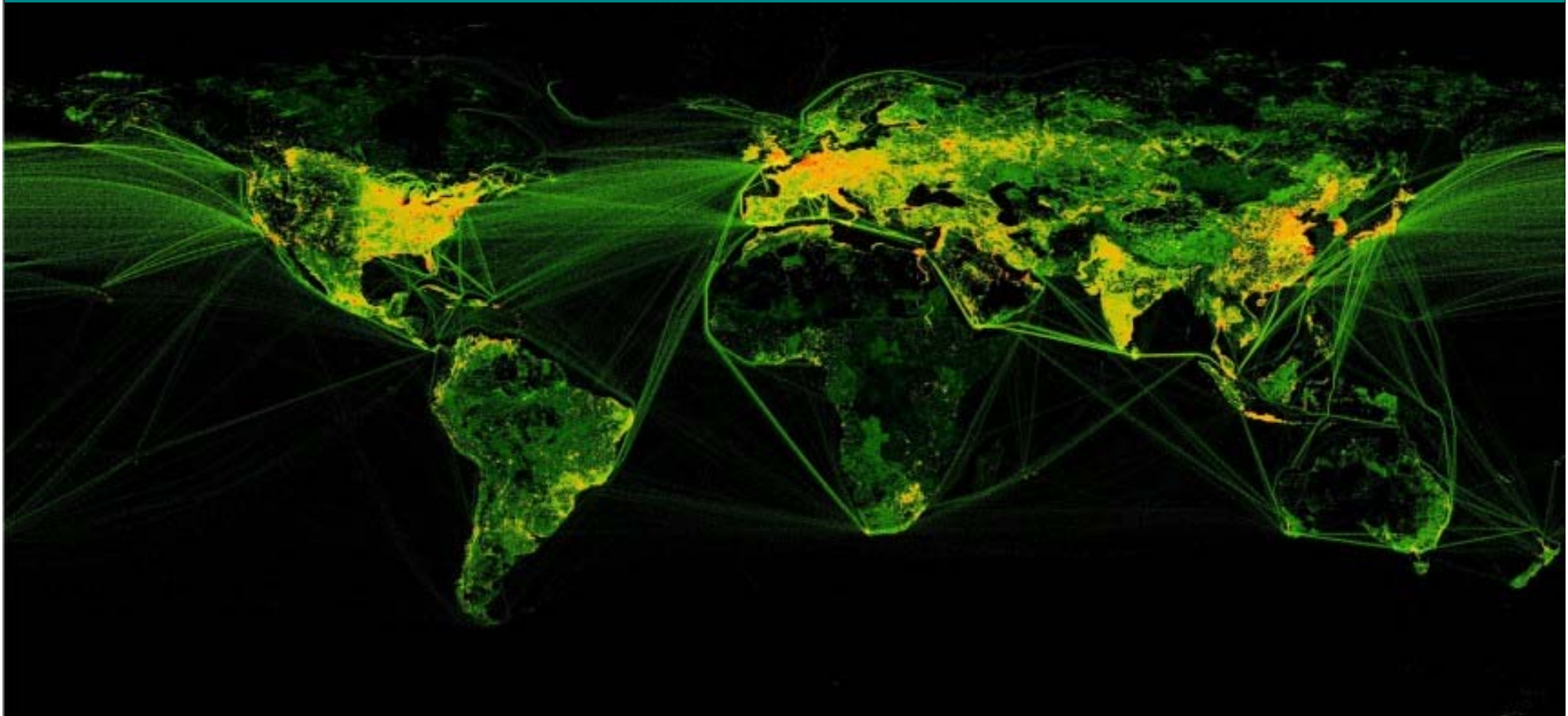
Ein Kleidungsstück aus Synthetikstoff verliert pro Waschgang bis zu 1900 Fasern

Viele Kosmetika vom Duschgel bis zur Bodylotion enthalten winzige Plastikpartikel

Globalisierung von Produktionsketten und Ressourcenströmen



Map of the global carbon dioxide emissions - indicator of lifestyles

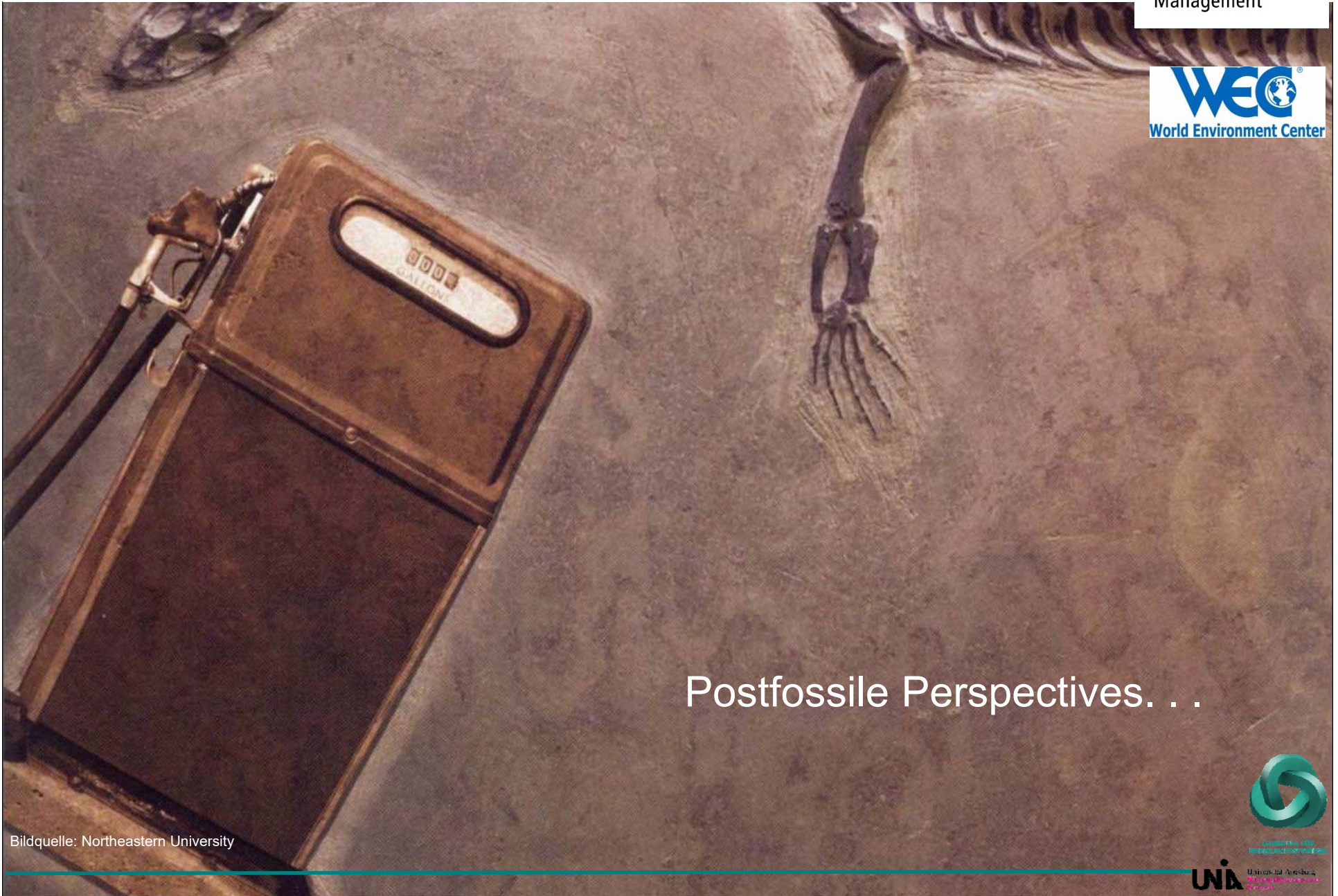


Quelle: <http://www.sueddeutsche.de/wissen/karte-der-kohlendioxid-emissionen-fast-alles-ist-erleuchtet-1.2126619>;

Kohlendioxid-Ausstoß im Detail: Forscher zeigen Städte, Straßen und Schifffahrtsrouten, die für die Emission des klimaschädlichen Treibhausgases besonders verantwortlich sind.



LEIBNIZ INSTITUT FÜR
RESILIENTE INFRASTRUKTUREN



Postfossile Perspectives. . .

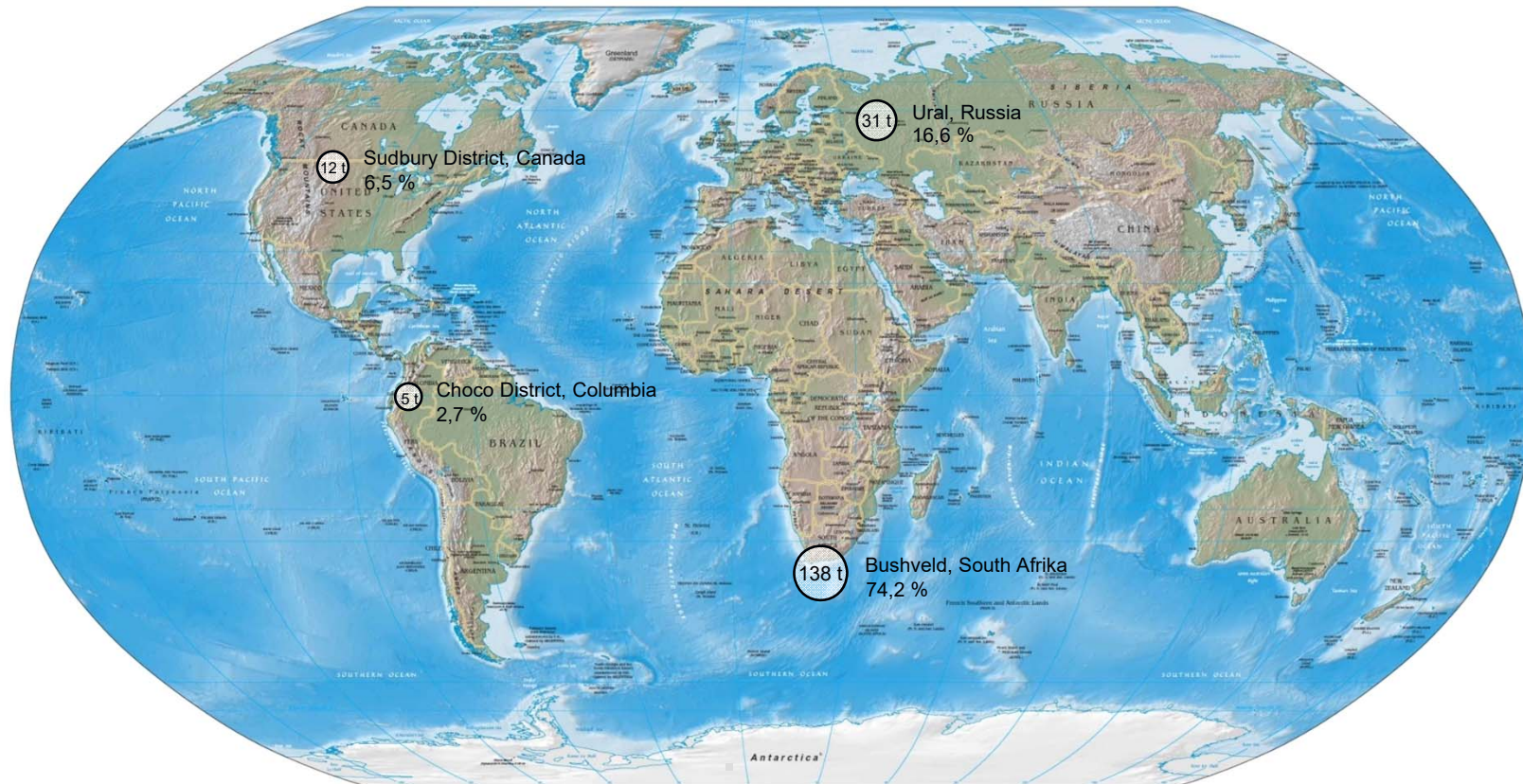
Bildquelle: Northeastern University





Dissipation of Strategic Resources

Global Mining, Utilisation and Dissipation of Pt



AUSTRALIA
Bermuda
Sicily / AZORES
★

Independent State
Area of Sovereignty
Island / Island Group
Capital

Main Application Areas of Platin

Name and Location of Mining
Proportion of the World Market
 Output in 2002

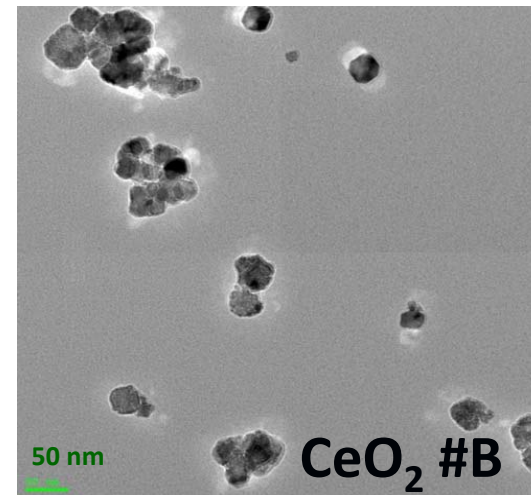
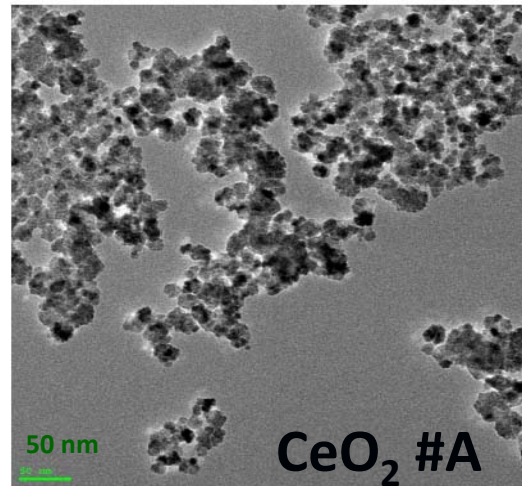
Scale: 1 : 35.000.000

Basic Map: <http://www.weltkarte.com/>
Design and Kartography:
A. Reller, S. Meißner



Characterization of Selected CeO₂ Nanoparticles

- CeO₂ is widely used in catalysts, fuel additives, polishing agents
- Synthesis of models for automobile catalyst degradation nanoparticles

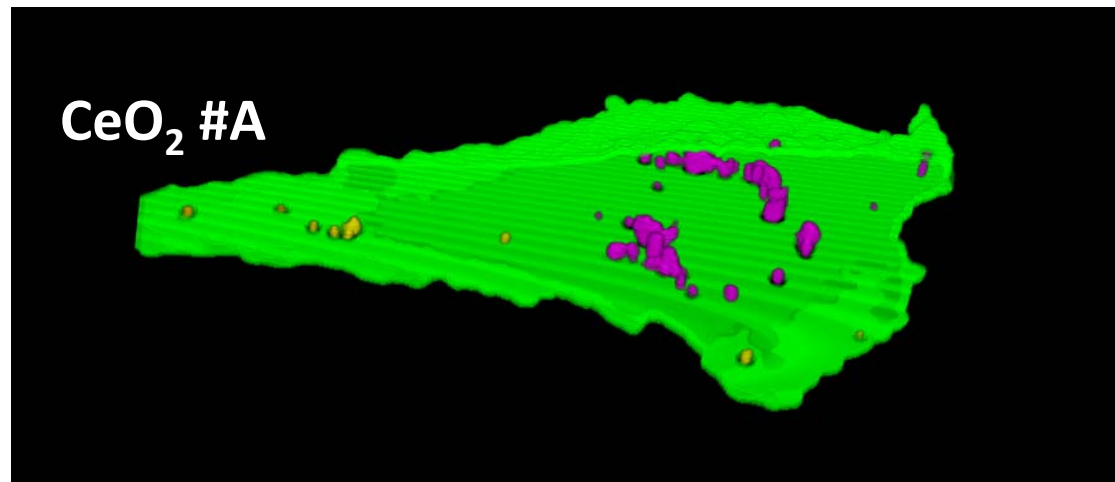
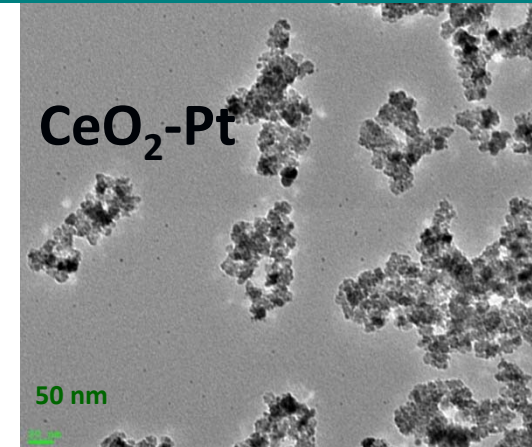
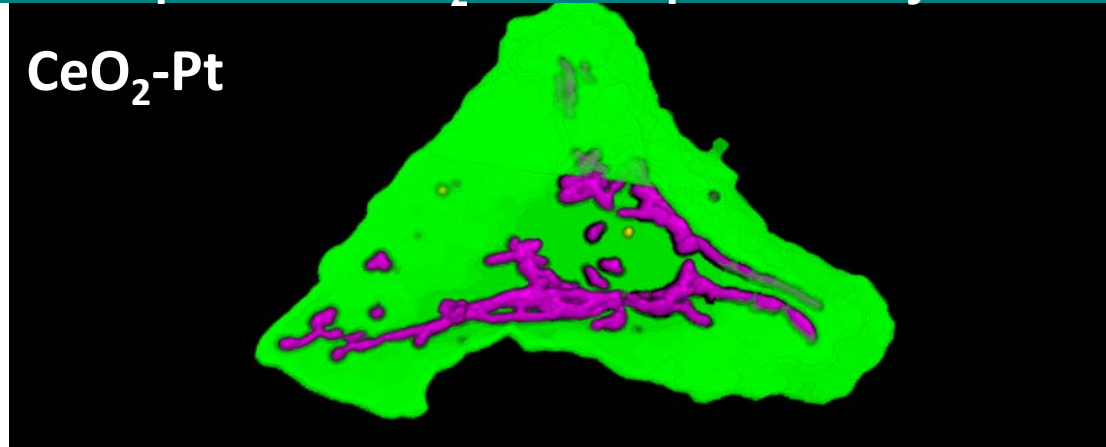


Particle	Primary particle size (nm) – TEM	Size (nm) - DLS		Zeta potential (mV)
		H ₂ O	Cell Medium (10% FCS)	Cell Medium (10% FCS)
CeO ₂ #A	8	80	417	-11.3
CeO ₂ #B	30	176	316	-12.3
Synthesis of nanoparticles and TEM measurements by Dr. R. Herrmann				
*FCS - fetal calf serum				

Quelle: Adriano A. Torrano, Christoph Bräuchle / LMU München



Cellular Uptake of CeO₂-Pt Nanoparticles by HMEC-1



- Cellular response changes dramatically when Pt nanoparticles (1-3 nm) are added on CeO₂ #A
- Interaction with mitochondria?

Quelle: Adriano A. Torrano, Christoph Bräuchle / LMU München



Kritikalitätsbewertung eines Fahrrads

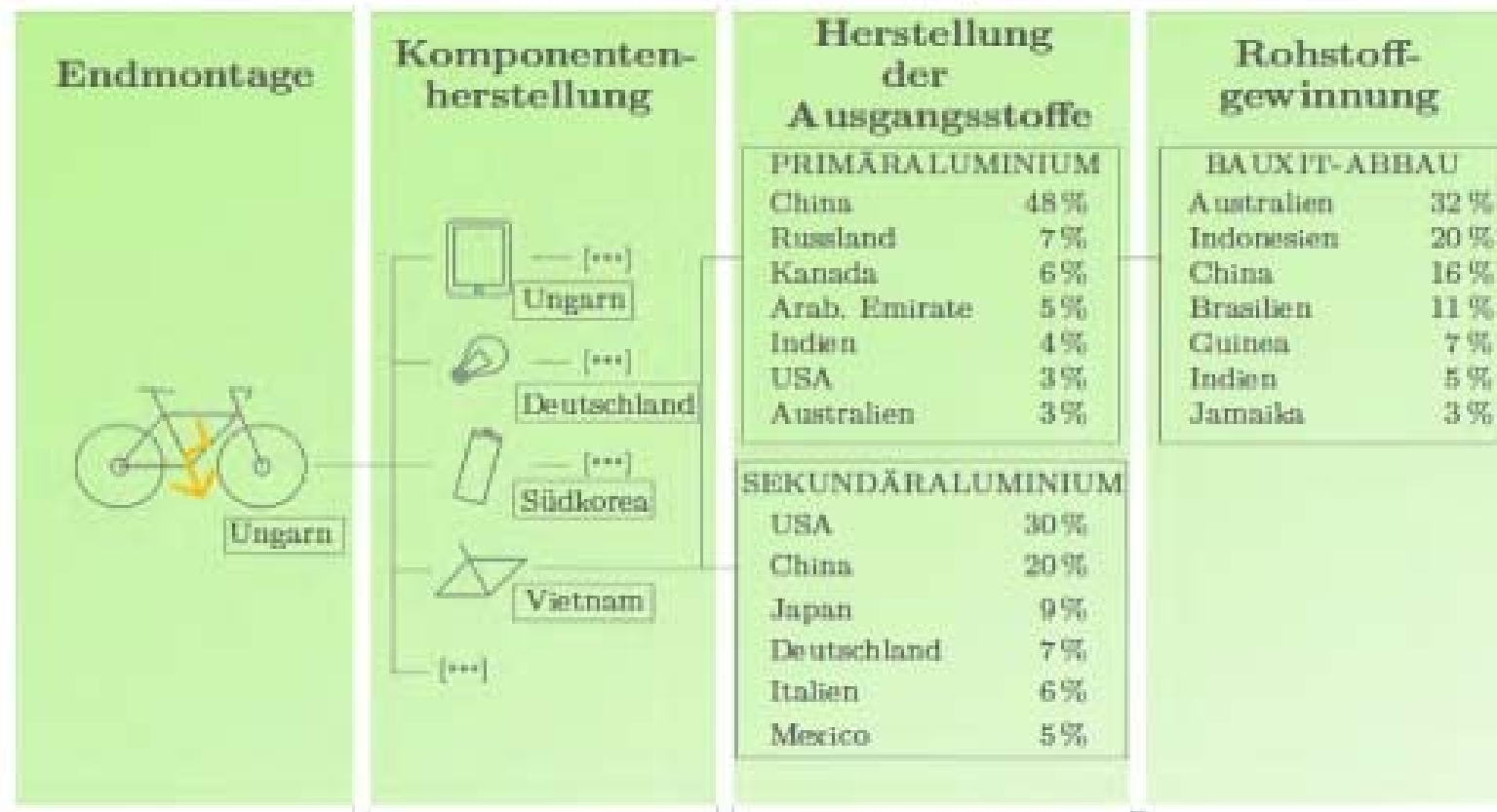


Das demontierte Untersuchungsobjekt
(Komponentenebene)

und das komplett zerlegte Ladegerät



Kritikalitätsbewertung eines Fahrrads - Prozesskette



Kritikalitätsbewertung eines Fahrrads

Beispiel einer Datentabelle aus dem Hotspot-Board

ALUMINIUM PRIM.		
ORT	TOP 7 (76,06 %)	
MASSE	6870,60 g	
GEW. ANT.	29,74 %	
KRITIKALITÄT	Ökol.	$161,39 \cdot 10^{-12}$
	Soz.	158,75
	Ökon.	19,59

———— Herkunftsland / TOP-Anbieter & Marktanteil
 ———— Masse je Pedelec
 ———— Gewichtsanteil am Gesamtgewicht des Pedelecs
 ———— Relative Kritikalität nach Farbskala /
 ———— Normierte Kritikalität je 1 kg nach Werteskala

Kritikalitätsbewertung eines Fahrrads

ROHSTOFFGEWINN	BAUXIT	BORAT	CHROMIT	EISENERZ	GRAPHIT	KASITERZ (ZINN)	KUPFERERZ			
	ORT: TOP 2 (US, %) SOE: 132,93 ÖKOH: 8,54	ORT: TOP 3 (US, %) SOE: 131,37 ÖKOH: 43,20	ORT: TOP 4 (US, %) SOE: 143,66 ÖKOH: 51,43	ORT: TOP 3 (US, %) SOE: 121,51 ÖKOH: 11,81	ORT: TOP 3 (US, %) SOE: 188,50 ÖKOH: 25,97	ORT: TOP 4 (US, %) SOE: 170,99 ÖKOH: 51,49	ORT: TOP 5 (US, %) SOE: 163,57 ÖKOH: 29,79			
	KUPFERERZ (Co.) ORT: TOP 6 (78, %) MASSE: 5200 P GEW. ANT.: 21,76 % ÖKOH: 165,95 · 10 ⁻¹¹ SOE: 208,29 ÖKOH: 89,14	KUPFERERZ (Mn) ORT: TOP 5 (89, %) MASSE: 300 P GEW. ANT.: 3,28 % ÖKOH: 165,95 · 10 ⁻¹¹ SOE: 122,81 ÖKOH: 52,50	LITHIUM S+M ORT: TOP 4 (81, %) MASSE: 609 P GEW. ANT.: 0,11 % ÖKOH: 0,47 · 10 ⁻¹¹ SOE: 74,79 ÖKOH: 42,00	MANGANERZ ORT: TOP 5 (82, %) MASSE: 609 P GEW. ANT.: 3,31 % ÖKOH: 0,32 · 10 ⁻¹¹ SOE: 125,82 ÖKOH: 28,28	PENTLANDIT (NICKEL) ORT: TOP 2 (83, %) MASSE: 2.050 P GEW. ANT.: 7,44 % ÖKOH: 24,40 · 10 ⁻¹¹ SOE: 135,85 ÖKOH: 28,78	PYROCHLOR (NIOB) ORT: N/A (CA, 100%) MASSE: 40 P GEW. ANT.: 0,33 % ÖKOH: k. A. SOE: 115,90 ÖKOH: 58,63	EISENERZ (SE) ORT: CHINA MASSE: 3500 P GEW. ANT.: 6,18 % ÖKOH: 29,68 · 10 ⁻¹¹ SOE: 174,42 ÖKOH: 85,28	ZINKSULFID ORT: CHINA MASSE: 28 P GEW. ANT.: 0,77 % ÖKOH: 35,92 · 10 ⁻¹¹ SOE: 149,01 ÖKOH: 42,94		
HERSTELLUNG DER AUSGANGSSTOFFE	AKKUZELLEN ORT: SÜDKOREA MASSE: 1670 P GEW. ANT.: 6,83 % ÖKOH: 134,98 · 10 ⁻¹¹ SOE: 77,80 ÖKOH: 88,53	ALUMINIUM PRIMÄR ORT: TOP 7 (78, %) MASSE: 6070 P GEW. ANT.: 28,74 % ÖKOH: 161,39 · 10 ⁻¹¹ SOE: 158,75 ÖKOH: 12,09	ALUMINIUM SEK. ORT: TOP 6 (78, %) MASSE: 4580 P GEW. ANT.: 19,18 % ÖKOH: 63,72 · 10 ⁻¹¹ SOE: 91,25 ÖKOH: 5,82	FERROBROM ORT: TOP 4 (89, %) MASSE: 49 P GEW. ANT.: 0,30 % ÖKOH: 50,72 · 10 ⁻¹¹ SOE: 155,26 ÖKOH: 46,34	FERROMANGAN ORT: TOP 5 (83, %) MASSE: 240 P GEW. ANT.: 0,50 % ÖKOH: 23,58 · 10 ⁻¹¹ SOE: 167,40 ÖKOH: 35,90	FERROSILIZIUM ORT: TOP 3 (83, %) MASSE: 20 P GEW. ANT.: 0,40 % ÖKOH: 32,94 · 10 ⁻¹¹ SOE: 180,92 ÖKOH: 26,54	ROBALT ORT: TOP 6 (78, %) MASSE: 104 P GEW. ANT.: 0,44 % ÖKOH: 124,69 · 10 ⁻¹¹ SOE: 144,06 ÖKOH: 60,15	KUPFER PRIMÄR ORT: TOP 6 (73, %) MASSE: 1213 P GEW. ANT.: 5,07 % ÖKOH: 462,38 · 10 ⁻¹¹ SOE: 139,66 ÖKOH: 30,00	KUPFER SEK. ORT: TOP 5 (83, %) MASSE: 0 P GEW. ANT.: 0 % ÖKOH: 313,48 · 10 ⁻¹¹ SOE: 154,35 ÖKOH: 41,31	
	MIKROELEKTRONIK ORT: CN (100, %) MASSE: 370 P GEW. ANT.: 1,61 % ÖKOH: 986,35 · 10 ⁻¹¹ SOE: 161,49 ÖKOH: 73,08	(FERRO)MOLYBDÄN ORT: TOP 8 (89, %) MASSE: 27 P GEW. ANT.: 0,05 % ÖKOH: 60790 · 10 ⁻¹¹ SOE: 122,81 ÖKOH: 52,50	FERRONICKEL ORT: TOP 3 (87, %) MASSE: 578 P GEW. ANT.: 0,74 % ÖKOH: 89,57 · 10 ⁻¹¹ SOE: 139,18 ÖKOH: 28,97	NIOB ORT: TOP 2 (89, %) MASSE: 24 P GEW. ANT.: 0,01 % ÖKOH: k. A. SOE: 102,10 ÖKOH: 49,28	ROHEISEN ORT: TOP 6 (81, %) MASSE: 4813 P GEW. ANT.: 20,15 % ÖKOH: 17,90 · 10 ⁻¹¹ SOE: 168,88 ÖKOH: 22,85	ROHSTAHL ORT: TOP 6 (79, %) MASSE: 4798 P GEW. ANT.: 20,00 % ÖKOH: 26,11 · 10 ⁻¹¹ SOE: 160,54 ÖKOH: 45,57	SELTENE ERDEN ORT: CHINA (87, %) MASSE: 30 P GEW. ANT.: 0,39 % ÖKOH: 292,00 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 85,28	SILICA ORT: TOP 1 (70, %) MASSE: 323 P GEW. ANT.: 0,51 % ÖKOH: 0,37 · 10 ⁻¹¹ SOE: 61,79 ÖKOH: 7,16	ZINK ORT: TOP 7 (70, %) MASSE: 323 P GEW. ANT.: 0,51 % ÖKOH: 12,35 · 10 ⁻¹¹ SOE: 140,39 ÖKOH: 43,17	ZINN ORT: TOP 5 (70, %) MASSE: 5 P GEW. ANT.: 0,03 % ÖKOH: 895,00 · 10 ⁻¹¹ SOE: 174,46 ÖKOH: 50,52
KOMponentenproduktion	AKKU ORT: UNGARN MASSE: 2600 P GEW. ANT.: 10,48 % ÖKOH: 106,11 · 10 ⁻¹¹ SOE: 83,63 ÖKOH: 96,40	BEFESTIGUNGSM. ORT: CHINA MASSE: 672 P GEW. ANT.: 2,70 % ÖKOH: 7,27 · 10 ⁻¹¹ SOE: - ÖKOH: 33,60	BELEUCHTUNG ORT: DEUTSCHLAND MASSE: 318 P GEW. ANT.: 1,27 % ÖKOH: 328,73 · 10 ⁻¹¹ SOE: 21,08 ÖKOH: 72,10	BREMSE ORT: CHINA MASSE: 418 P GEW. ANT.: 1,72 % ÖKOH: 123,26 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	DISPLAY ORT: UNGARN MASSE: 37 P GEW. ANT.: 0,15 % ÖKOH: 312,92 · 10 ⁻¹¹ SOE: 83,63 ÖKOH: 190,18	FELGE ORT: FRANKREICH MASSE: 1714 P GEW. ANT.: 7,14 % ÖKOH: 106,46 · 10 ⁻¹¹ SOE: 50,37 ÖKOH: 32,56	GABEL ORT: TAIWAN MASSE: 377 P GEW. ANT.: 1,51 % ÖKOH: 73,88 · 10 ⁻¹¹ SOE: 133,07 ÖKOH: 65,93	GERÄCKTRÄGER ORT: VIETNAM MASSE: 630 P GEW. ANT.: 2,52 % ÖKOH: 144,70 · 10 ⁻¹¹ SOE: 184,19 ÖKOH: 54,67	GRIFFF ORT: CHINA MASSE: 170 P GEW. ANT.: 0,74 % ÖKOH: 52,54 · 10 ⁻¹¹ SOE: 196,52 ÖKOH: 53,03	KETTE ORT: CHINA MASSE: 267 P GEW. ANT.: 1,12 % ÖKOH: 27,76 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 86,63
	KETTENSCHUTZ ORT: BELGIEN MASSE: 818 P GEW. ANT.: 0,33 % ÖKOH: 128,16 · 10 ⁻¹¹ SOE: 61,32 ÖKOH: 30,83	KURBEL ORT: PORTUGAL MASSE: 418 P GEW. ANT.: 1,74 % ÖKOH: 155,73 · 10 ⁻¹¹ SOE: 58,79 ÖKOH: 36,13	LADEGERÄT ORT: UNGARN MASSE: 800 P GEW. ANT.: 3,28 % ÖKOH: 575,63 · 10 ⁻¹¹ SOE: 83,63 ÖKOH: 76,40	LENKER ORT: CHINA MASSE: 373 P GEW. ANT.: 1,51 % ÖKOH: 130,98 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	MOTOR ORT: UNGARN MASSE: 4397 P GEW. ANT.: 18,32 % ÖKOH: 249,54 · 10 ⁻¹¹ SOE: 83,63 ÖKOH: 96,40	NABE ORT: CHINA MASSE: 600 P GEW. ANT.: 2,52 % ÖKOH: 19,92 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	PEDAL ORT: CHINA MASSE: 400 P GEW. ANT.: 1,61 % ÖKOH: 129,30 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	RAHMEN ORT: VIETNAM MASSE: 377 P GEW. ANT.: 1,51 % ÖKOH: 144,10 · 10 ⁻¹¹ SOE: 184,19 ÖKOH: 54,67	REIFEN ORT: INDOONESIEN MASSE: 1710 P GEW. ANT.: 6,92 % ÖKOH: 21,26 · 10 ⁻¹¹ SOE: 163,68 ÖKOH: 86,63	
	SATTEL ORT: ITALIEN MASSE: 400 P GEW. ANT.: 1,61 % ÖKOH: 33,97 · 10 ⁻¹¹ SOE: 49,78 ÖKOH: 41,30	SATTELSTÜTZE ORT: CHINA MASSE: 270 P GEW. ANT.: 1,12 % ÖKOH: 141,83 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	SCHLAUCH ORT: INDOONESIEN MASSE: 320 P GEW. ANT.: 1,31 % ÖKOH: 27,51 · 10 ⁻¹¹ SOE: 163,68 ÖKOH: 49,17	SCHUTZBLECH ORT: BELGIEN MASSE: 373 P GEW. ANT.: 1,51 % ÖKOH: 78,84 · 10 ⁻¹¹ SOE: 61,32 ÖKOH: 30,83	SPEICHE ORT: CHINA MASSE: 28 P GEW. ANT.: 0,11 % ÖKOH: 12,54 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 86,63	STÄNDER ORT: CHINA MASSE: 324 P GEW. ANT.: 1,31 % ÖKOH: 126,29 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	STEUERSATZ ORT: CHINA MASSE: 77 P GEW. ANT.: 0,31 % ÖKOH: 127,55 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	VORBAU ORT: CHINA MASSE: 201 P GEW. ANT.: 0,81 % ÖKOH: 126,08 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 53,03	ZAHNKRANZ ORT: CHINA MASSE: 433 P GEW. ANT.: 1,74 % ÖKOH: 40,14 · 10 ⁻¹¹ SOE: 190,03 ÖKOH: 86,63	
ENDMONTAGE	SINUS BT60 ORT: UNGARN MASSE: 2300 P GEW. ANT.: 100,00 % ÖKOH: 136,82 · 10 ⁻¹¹ SOE: 80,85 ÖKOH: 136,10									

Landscapes of Extraction - Kupferabbau in Chuquicamata (Chile)



LEHRSTUHL FÜR
RESSOURCENMANAGEMENT

Spezifische Umweltbelastungen bei der Primärproduktion ausgewählter Metalle



	Treibhausgas- emissionen in kg CO2-Eq / kg
Klassische Industriemetalle	
Aluminium	12
Blei	1,1
Kupfer	3,2
Stahl (Armierungsstahl)	1,5
Zink	3,4
Seltene Metalle für Zukunftstechnologien	
Gallium (Halbleiterqualität)	210
Gold	13.000
Indium	150
Neodym (als Neodymoxid)	39
Palladium	9.700
Platin	15.000
Tantal (Kondensatorqualität)	260



Quelle: Ecoinvent Centre 2009



Wofür Lithium verwendet wird

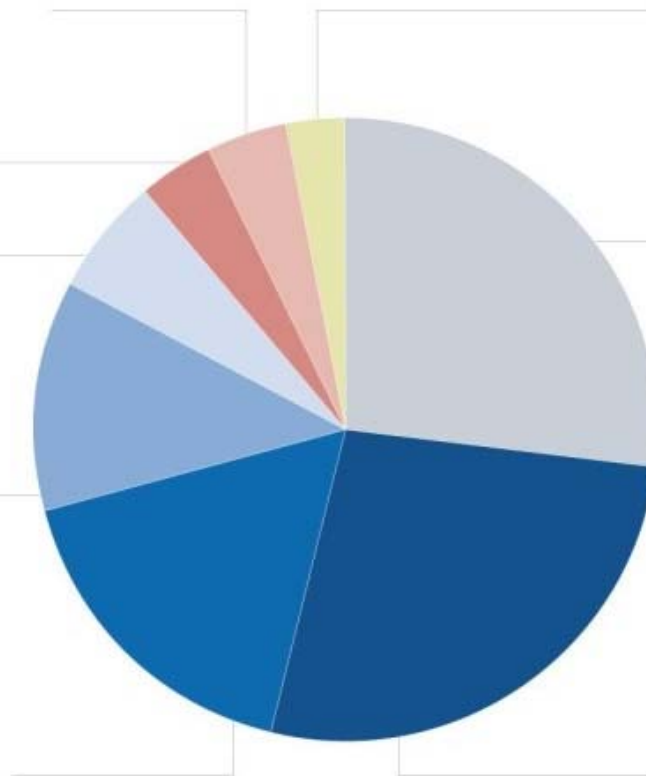
Kunststoffe
u.a. Kautschukherstellung
4%

Aluminium-Legierungen
z.B. Flugzeugbau
4%

Klimaanlagen
Kälteanlagen mit
Lithiumbromid-
Wasser-Kältemittel
6%

Schmiermittel
gibt Schmierstoffen
Hitzebeständigkeit
12%

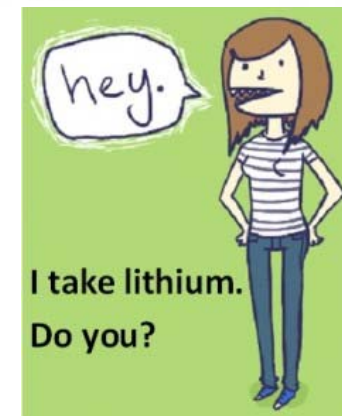
Glas und Keramik
u.a. Keramikkochfelder,
Glaszusatz
17%



Pharma
z.B. Antidepressiva
3%

Andere
Raketentreibstoff,
Laser-Anwendungen
27%

Batterien und Akkus
v.a. Lithium-Ionen-
Akkumulatoren
27%



LEBENSSTIL FÜR
WISSENSCHAFTLICHE BERUFE

19% of the Electrical Energy is Consumed for Lighting (Source: NASA)

inter

If a 150 lm/Watt Solid State White Light Source were developed, then in the US alone

- we save 273 TWh/year in energy
- we alleviate the need of 133 new power stations
- we eliminate 258 Mill. tons of carbon dioxide



LEIBNIZ INSTITUT FÜR
KATALYSE



Songdo City in Südkorea – eine Stadt wie eine Platine

Songdo City – die modernste Stadt der Welt, in der digitale Vernetzung und riesige Datenströme alles regeln

Quelle: SonntagsZeitung / 01.11.2015 / S. 59

Heimbeleuchtung (LED Filament)



60 Watt Äquivalent
Modularer Aufbau mit 6 Filamenten

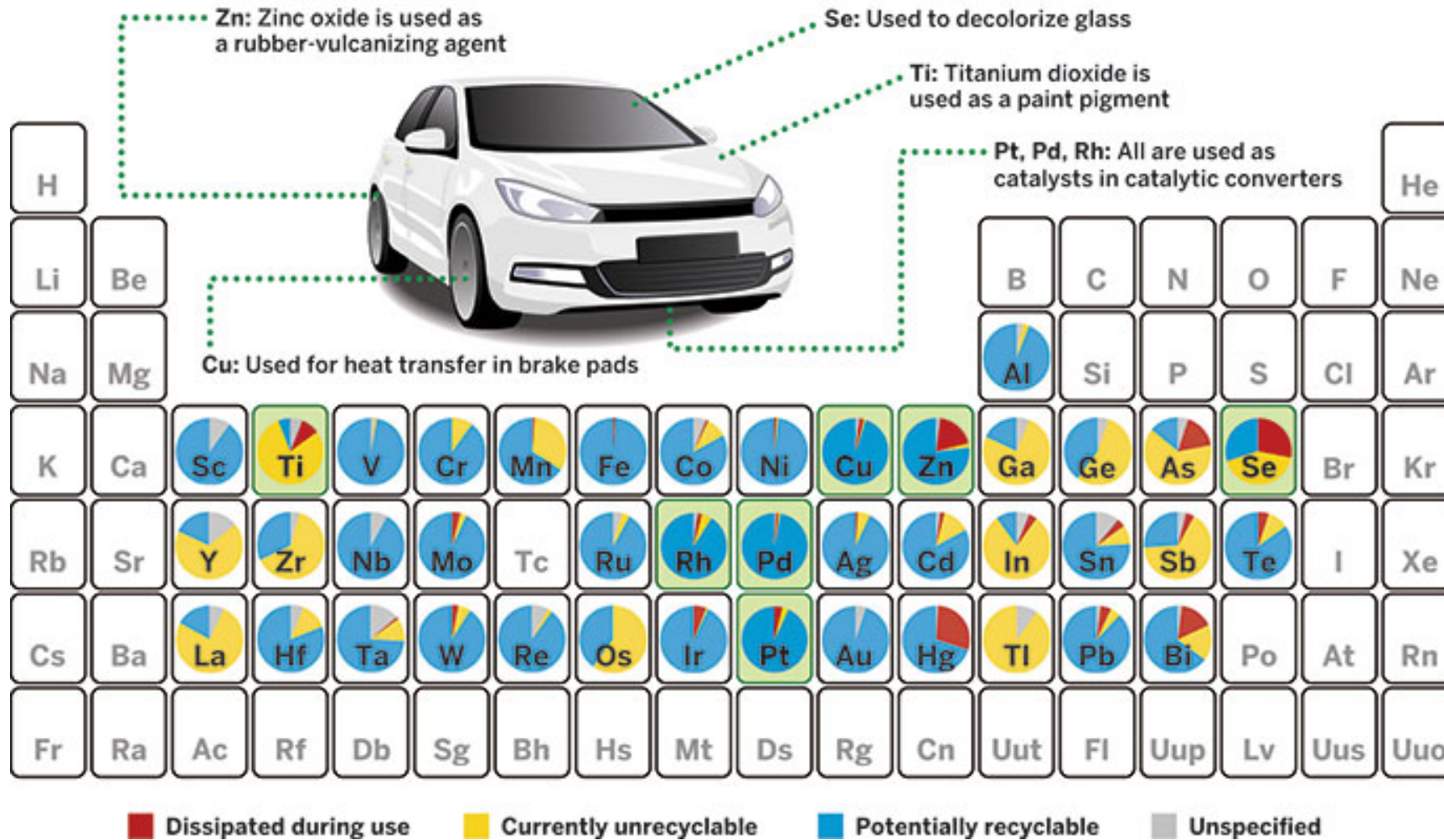
New Toyota magnet cuts rare-earth use

Rare earth bargains

Lanthanum and cerium are low-cost rare earths.

COMPANY	SPOT PRICES PER kg OF OXIDE
Cerium	\$2.34
Lanthanum	2.34
Neodymium	62.66
Dysprosium	176.67

Note: Prices are from October 2017. **Sources:** Asian Metal, Shanghai Metals Market



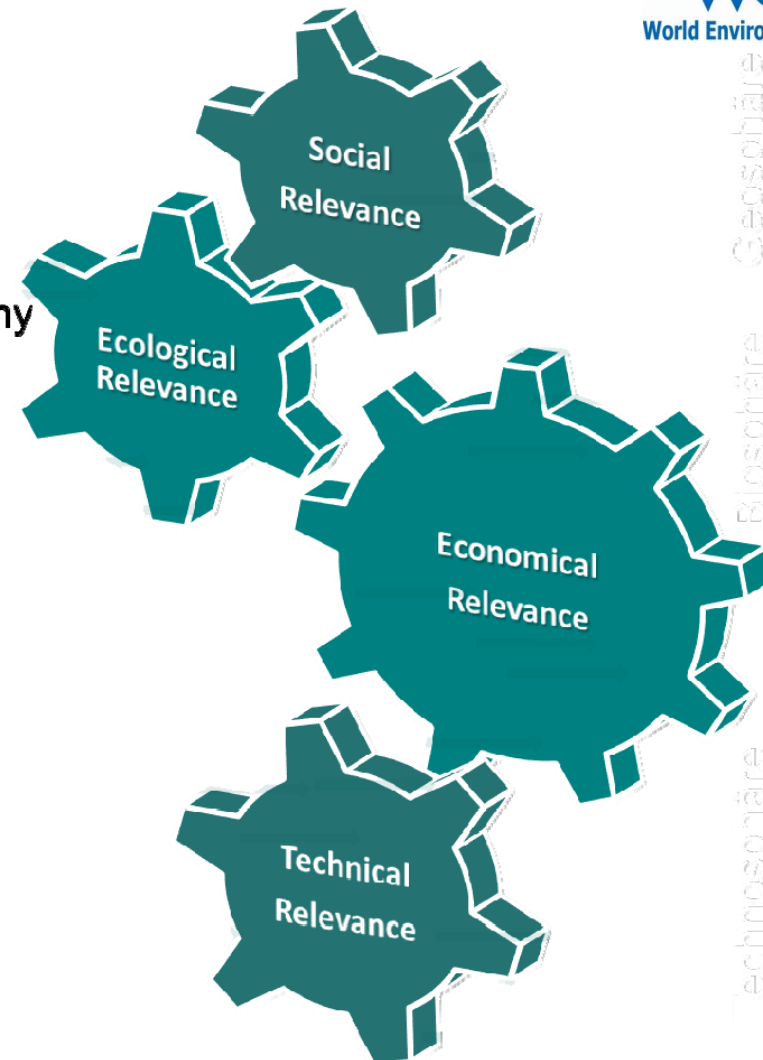
New Ways to recycle Metals From sewage sludge to junkyards, scientists hope to mine metals from new sources.

Quelle: C&EN 93 (14), S. 25–27.





- Ecotoxicology
- Potential Dissipation
- Suitability for Circular Economy
- Controlability
- Bioactivity
- Availability of Resources
- Social Acceptance
- Reintegratability
- Efficient Produktion
- Sustainability
- CSR



Geosphäre

Biosphäre

Technosphäre



LEHRSTUHL FÜR
RESSOURCENMANAGEMENT

